Bemerkungen über die Organisation der Appendicularien,

von

Dr. C. Gegenbaur.

Hierzu Tafel XVI.

Die Ausführung der von mir im V. Bande dieser Zeitschrift gegebenen Skizze vom Bau der Appendicularien dürfte vielleicht überflüssig scheinen, da uns neuerdings erst *Leuckart*[1]) mit einer umfassenden Beschreibung dieser Thierform beschenkt hat; dennoch aber glaube ich für die Veröffentlichung dieser Zeilen einige Gründe zu besitzen. Einmal habe ich in meiner frühern Mittheilung von der Beschreibung der verschiedenen beobachteten Formen Umgang genommen, und zweitens sind meine Beobachtungen über die Organisation dieser Geschöpfe in mehr als Einem wichtigen Punkte von jenen *Leuckart's* so verschieden, dass eine nähere Besprechung dieser Verhältnisse nothwendig wird.

Bezüglich der frühern, die Stellung im System betreffenden mannichfachen Schicksale der Appendicularien verweise ich theils auf die beregte Abhandlung *Leuckart's*, theils auf meine frühere Mittheilung.

Die Körperform unserer Thiere ist im Allgemeinen länglich, bald oval, bald in eine fast keulenähnliche Gestalt ausgedehnt, und die Grösse ward je nach den Art- und Altersverschiedenheiten zwischen 0,4—2‴ schwankend gefunden. Charakteristisch für Alle ist das breite, dem Ruderschwanze der Ascidienlarven analoge Bewegungsorgan, welches von der Bauchseite[2]) des Körpers entspringend, durch energische

[1]) Zoologische Untersuchungen, Heft II. Giessen 1854.

[2]) Wenn ich die Seite des Thieres, von welcher der Ruderschwanz entspringt, als Bauchfläche bezeichne, so werde ich hierin von der Lage des Nervensystems geleitet, welches bei allen Tunicaten bis jetzt auf der Rückenfläche

Bewegungen das Thier rasch fort zu schnellen im Stande ist. Fast das ganze Thier ist so durchsichtig, dass man es nur schwer in den mit Seewasser gefüllten Gefässen erkennen würde, wenn nicht theils eben seine schnellenden Bewegungen, theils der häufig mit dunkleren Nahrungsstoffen angefüllte Darm oder die weisslich schimmernden Zeugungsorgane seine Anwesenheit verriethen. Bei einer Art kommt eine himmelblaue Färbung des Nahrungskanals vor, die gleichfalls schon mit blossem Auge leicht wahrnehmbar ist. Beim Absterben der Thiere trübt sich sogleich Körper und Ruderschwanz, die Organe werden dunkel, und erscheinen weisslich bei auffallendem Lichte, so dass eine nähere Untersuchung alsdann unthunlich wird. Unter jener Menge kleiner Wesen, welche das Meer mit ihren Schwärmen bevölkern, sind die Appendicularien die empfindlichsten, und die geringste Verletzung beim Einfangen, oder selbst nur der Aufenthalt einiger Stunden in den Aufbewahrgefässen führt alsbald ihren Tod herbei.

Bevor ich zu einer ausführlichern Schilderung der Organisation unserer Thiere übergehe, mögen zuerst die von mir beobachteten Arten eine kurze Beschreibung finden, indem späterhin wieder auf dieselben recurrirt werden muss.

1. Appendicularia furcata mihi (Fig. 7, 8), Syn. Eurycercus pellucidus *Busch*[1]).

Diese vielleicht mit der von *Quoy* und *Gaimard* angeführten Fritillaria bifurcata (Oikopleura bifurcata) gleiche Art besitzt einen länglichen, vorn kugelig erweiterten Körper, der nach hinten in zwei gabelförmige etwas divergirende Spitzen ausläuft. Etwas hinter der Mitte der Körperlänge inserirt sich der Ruderschwanz mit breiter Basis, wird weiterhin nur wenig breiter, und endet gleichfalls mit gabelförmig getheilter Spitze. Am Schwanzende finden sich vier symmetrisch gestellte knopfartige Warzen, jede mit einer mittlern Vertiefung versehen. Ein ähnliches aber mehr länglich viereckiges Gebilde sitzt in der Medianlinie des Schwanzes nahe an der Basis.

Länge des Körpers $1 - 1\frac{1}{4}'''$, Länge des Schwanzes $1\frac{1}{2} - 2'''$. Im December war diese Art selten, häufiger im Januar und März.

getroffen ward. Auffallend ist aber, dass die in die Mundöffnung führende wimpernde Furche sich nicht ebenfalls auf der Bauchseite findet, sondern genau der Medianlinie des Rückens entspricht, wodurch man bei einer geringern Berücksichtigung der Lage des Nervensystems zu einer entgegengesetzten Betrachtung des Thieres veranlasst werden könnte.

[1]) Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851. pag. 118.

2. A. *acrocerca* mihi (Fig. 10, 11).

Körper langgestreckt, vorn kugelig, nach hinten cylindrisch. Der Schwanz inserirt sich mit einem kurzen dünnen Stiele in die Mitte der Körperlänge, dehnt sich anfangs stark in die Breite, und läuft unter allmählicher Verschmälerung in eine feine Spitze aus. Länge des Körpers 0,8—1‴, Länge des Schwanzes 1½—2‴. Diese Art wurde nur etwa in 10 Exemplaren im Januar und Februar angetroffen.

3. A. *cophocerca* mihi (Fig. 1—5).

Körper oval, zuweilen fast cylindrisch, vorn gegen den Eingang der Athemhöhle hin zugespitzt, hinten stets abgerundet. Der Schwanz inserirt sich etwa am Ende des zweiten Dritttheils der Korperlänge, mit schmaler Basis, verbreitert sich dann ums Doppelte und ist an seinem Ende sanft abgerundet. Grösse sehr variabel. Länge des Leibes zwischen ½—2‴, Länge des Schwanzes 2—5‴.

Es ist dies die häufigste Art, die niemals während meines Aufenthaltes zu Messina vermisst ward, und nicht selten sogar in grossen Schwärmen den dortigen Hafen bevölkerte.

Während diese drei Arten durch charakteristische äussere Merkmale sowohl, als auch durch constante Verhältnisse der innern Organisation leicht und sicher von einander unterschieden werden können, so ist dies weniger bei einigen anderen Formen der Fall, die mehr oder weniger mit der letztbeschriebenen Art übereinstimmen, und nur im innern Baue, namentlich der Form und Lagerung des Nahrungskanals Abweichungen aufweisen. Als solche bis auf weitere Beobachtungen noch als zweifelhaft anzusehende Species führe ich noch folgende an:

4. A. *coerulescens* mihi (Fig. 6).

Die Form des Körpers schliesst sich an jene der A. cophocerca an, nur nähert er sich mehr dem Oval, und die Zuspitzung des Vordertheils ist weniger auffallend als bei jener. Magen und Darm stets schön himmelblau gefärbt und verschieden gestaltet als bei der vorigen Art, mit welcher sie übrigens Form und Insertionstelle des Schwanzes gemein hat.

Länge des Körpers ¼—1‴. Länge des Schwanzes 1½—2‴.

Gleich häufig wie A. cophocerca.

Gleich wie bei allen Tunicaten wird auch bei Appendicularia der Körper von einer eigenthümlichen Substanzschichte umhüllt, die gewöhnlich mit dem Namen des Mantels bezeichnet wird, und die hier,

und zwar in nicht unbeträchtlicher Ausdehnung auch auf den ganzen Schwanzanhang sich fortsetzt. Dieser Mantel (c) besteht aus einer an den verschiedenen Körpertheilen verschieden dicken Schicht einer glashellen, zähen und scheinbar homogenen Substanz, die nur locker den betreffenden Körpertheilen sich anschmiegt und daher bei den geringsten Eingriffen bald in Falten sich legt, bald in mannichfach gestalteten Zacken und Fetzen sich ablöst, und dann jene unregelmässige Oberfläche bildet, wie sie *Huxley* mehrfach dargestellt hat [1]). Sonst ist die Oberfläche glatt und eben, und wies mir auch niemals ein Epithel nach, so wenig als im Innern der Mantelschichte jemals jene Zellgebilde, die den Mantel der Ascidien charakterisiren, zu finden waren. Hie und da sind feine Molecüle sichtbar, deren Anzahl mit dem Absterben des Thieres beträchtlich sich vergrössert. Wie bei den Salpen formirt die Mantelsubstanz gewisse constant vorkommende Leisten und Zacken, von denen dann die eigenthümliche Form des Körpers bedingt wird; hieher gehören die lippenartigen Ränder am Eingange des Athemsacks, so wie die gabelförmigen Zinken am Leibesende der A. furcata.

Das für alle Appendicularien charakteristische Locomotionsorgan, der Ruderschwanz, ist ein flaches, blattförmiges Gebilde, dessen Längsachse senkrecht auf jener des Körpers steht, indess sein Breitedurchmesser mit jenem des Körpers parallel läuft, nicht aber, wie *Leuckart* angibt, senkrecht auf ihn gerichtet ist. Bei Betrachtung des Thieres von der Bauch- oder der Rückseite wird man deshalb immer Flächenansichten des Schwanzes bekommen, wenn nicht gerade eine an seiner Insertionsstelle abnormer Weise stattgefundene Drehung ihn auf der Kante liegend uns darstellt. Am Schwanze können dreierlei Theile unterschieden werden, von denen der innerste als eine cylindrische, nur gegen das Schwanzende hin sich verjüngende Röhre die ganze Länge desselben durchzieht (Fig. 1, 6, 7, 11 x'), und ausser einer mit Kernen besetzten membranösen Hülle durchaus keine weitere Structur zeigt. *Joh. Müller* [2]) schreibt ihm an der als Vexillaria flabellum aufgeführten Appendiculariaform eine körnige Structur zu, die auch ich an todten Individuen niemals vermisste, aber sie schien mir jedesmal nur an die gekörnte Hülle gebunden zu sein. Ob dieser Achsencylinder aus einer gallertartigen, soliden Masse bestehe, und so, wie *Joh. Müller* angibt, der Chorda der Cyclostomen vergleichbar, eine Stütze des ganzen Schwanzanhanges sei, oder ob er nur einen hohlen

[1]) Observations upon the anatomy and physiology of Salpa and Pyrosoma together with remarks upon Doliolum and Appendicularia. Philosoph. transactions, Part II for 1851, pl. XVIII, fig. 1—4.

[2]) Archiv für Anatomie und Physiologie, 1846, pag. 106.

Kanal vorstelle, ist eine Frage, in welcher *Mertens*[1]) und *Leuckart* die ersten, *Quoy* und *Gaimard*[2]) die letztere Annahme vertreten. Da ich niemals vermochte, mir eine solche, seine Grundlage bildende Hyalinsubstanz vor Augen zu führen, so möchte ich der letztern Annahme beitreten, für welche überdies noch die an der Insertionsstelle des Achsencylinders beobachteten Verhältnisse sprechen. Dort sah ich nämlich weder die von *Leuckart* beschriebene «knopfförmige Anschwellung», mit der der Ruderschwanz mit dem Thierkörper articulire, noch konnte ich eines bestimmten Aufhörens des formlosen Contentums ansichtig werden, sondern dies setzte sich unmittelbar ins Körperinnere fort und schien in die fluidumerfüllten Räume, welche die Eingeweide umgeben, überzugehen. Da, wo sich der Ruderschwanz an den Körper umbiegt, erschienen allerdings bei gewisser Focaleinstellung kreisrunde Contouren, nämlich die Begränzung des auf dem Querschnitte gesehenen Lumens, eines Hohlraums, der von einer mit Kernen versehenen Röhre umschlossen wird. Anstatt des soliden Cylinders bestände somit eine Art von Gefäss[3]), dessen Bedeutung für die Ernährung eines in beständiger und energischer Action begriffenen Theiles gewiss nicht von untergeordneter Wichtigkeit ist[4]). Um diese Cylinderröhre lagert sich zunächst eine Längsschichte von Muskelfasern, in der Form langer, äusserst dünner Bänder, die beiderseits des Achsenkanals einen breiten, gegen die Schwanzspitze sich verschmälernden Streifen formiren und noch von einer einfachen Schichte querer Muskelfasern überzogen sind. Eine isolirte Faser erscheint, gleichviel ob sie aus der Längs- oder Querschichte stammt, als ein blasscontourirter, glasheller plattgedrückter Faden, der hie und da einzelne Verbreiterungen zeigt, aber nirgends Spuren von Kerngebilden nachweist, was gewiss als ein Zeichen der völligen Ausbildung dieses Gewebes betrachtet werden darf. *Leuckart's*

[1]) Mém. de l'Acad. impériale de St. Petersbourg 1831. Auszug in *Oken's* Isis 1836, pag. 300.

[2]) Voyage de l'Astrolabe. Auszug in *Oken's* Isis 1836, pag. 157. Es steht mir hier nur letztere zu Gebote.

[3]) Abgesehen von der hernach zu erörternden Bedeutung unserer Thiere ist es für die Erklarung des Achsencylinders als Hohlraum, als Gefäss, ein bemerkenswerther Umstand, dass bei den Ascidienlarven gleichfalls ein in der Achse des Schwanzes liegender Kanal erkannt worden ist, der aus der Resorbtion der Wandungen einer dort liegenden Zellenreihe hervorzugehen scheint. Vergl. *Kölliker* in Ann. d. sc. nat. Ser. III, Tome V, pag. 220. Auch von *Krohn* wurde das Vorkommen eines hohlen Achsencylinders im Schwanze der Phallusienlarven bestätigt (Archiv f. Anat. und Phys. 1852, pag. 316).

[4]) Der Annahme, dass dieser Achsencylinder die Stütze des Schwanzes bilde, geschieht durch die röhrige Beschaffenheit des Cylinders durchaus kein Eintrag, wenn man bedenkt, dass prall mit Flüssigkeit gefüllte Röhren hier ebenso gut wirken können, wie ein solider elastischer Stab.

Untersuchungen lehren noch, dass diesen Muskelfasern eine namentlich auf Behandlung mit Weingeist deutliche Querstreifung zukommt, wodurch sie an jene der Salpen sich anreihen. — Nicht unerwähnt will ich hier lassen, dass bei gewissen Lagerungen des Schwanzes zum Körper einige Male Andeutungen eines zwischen den Muskelschichten befindlichen Hohlraumes erkennbar waren, der sich auf beiden Seiten des Achsenkanals bis zum Schwanzende hin zu erstrecken schien, und der vielleicht mit den von *Müller* bei Vexillaria gesehenen Strömungen in einiger Beziehung steht. Doch will ich hier bei der Unsicherheit meiner Beobachtung auf dies Verhältniss kein weiteres Gewicht legen. Die Angabe von *Mertens* dagegen, nach welcher neben dem Achsenkanal ein «zellig-blasiger» Kanal existire, der, mit Luft gefüllt, als Schwimmblase functionire, konnte ich wie auch *Huxley* und *Leuckart* niemals in dieser Weise bestätigt finden. — Zu äusserst auf der Schwanzmuskulatur, und in beträchtlicher Breiteausdehnung die Fläche des Locomotionsorgans fast um das Doppelte vergrössernd, folgt dann die Hyalinsubstanz (Fig. 1, 6, 7 *z*) als Fortsetzung des den Körper umhüllenden Mantels. Bei A. furcata, cophocerca und coerulescens bildet sie die Breite des Schwanzes schon von dessen Insertionsstelle aus, indess sie bei A. acrocerca den Anfangstheil des Schwanzes als ein dünnes, kaum bemerkbares Lager überkleidend, erst am Beginne des zweiten Sechstheils der Länge in jene flügelförmigen Lappen sich ausdehnt (Fig. 11 *z*), von denen die pfeilähnliche Gestalt des Schwanzes bedingt wird. Ein Epithel, wie es *Huxley* [1]) angibt, habe ich bei keiner der untersuchten zahlreichen Appendicularien gesehen. Gebilde eigenthümlicher Art finden sich noch am Schwanze von App. furcata; nämlich nicht weit von der Insertionsstelle sieht man in der Medianlinie eine viereckige Erhabenheit (Fig. 7 β) mit einer mittlern Längsfurche versehen; und nahe am Schwanzende noch vier runde, eine mittlere Vertiefung aufweisende Wärzchen (Fig. 7 *d*), die alle mit dem Hyalin-Belege des Schwanzes in einiger Verbindung stehen, sich nur schwer davon ablösen, und überhaupt nur als Auswüchse der Mantelsubstanz sich darstellen. Eine besondere physiologische Bedeutung scheint ihnen jedenfalls abzugehen, ihr constantes Vorkommen jedoch veranlasste mich, sie, wenn auch minder wichtig unter die Charaktere der App. furcata mit aufzunehmen.

Der Kiemensack der Appendicularien nimmt wie bei den Ascidien den vordern Theil des Körpers ein, und bildet dort eine bald längliche, bald mehr in die Breite ausgedehnte Höhle (Fig. 4, 5 *b*), die durch eine spaltförmige Oeffnung mit dem umgebenden Medium communicirt. Diese Oeffnung ist halbmondförmig bei A. cophocerca

[1] Loc. cit. pl XVIII, fig. 2 *a*.

(Fig. 2, 3, 4, 5 *a*), und zugleich bildet da der convexe Rand eine stark vorspringende Lippe, welche einen dichten Besatz feiner Cilien trägt, indess der concave von der centralen Seite dargestellte Rand durchaus glatt erscheint.

Ebenso verhält sich auch A. coerolescens (Fig. 6 *a*). Als eine weit klaffende Querspalte findet man die Oeffnung des Athemsacks bei A. furcata (Fig. 8 *a*), aber sie verhält sich nicht so einfach, wie sie *Busch* bei dem nämlichen als Euryocreus pellucidus beschriebenen Thiere uns als «Mundöffnung» vorführt, sondern sie setzt sich noch in einen nach rückwärts verlaufenden Schlitz fort, dessen wulstig vorspringende Ränder mit einer einfachen Reihe starrer, gegen die Oeffnung geneigter Zäckchen bewehrt erscheinen (vergl. Fig. 8) und so den durch die Weite der Spalte ermöglichten Eintritt grösserer Fremdkörper einigermassen verhindern. In Form einer einfachen, aber schmälern Querspalte erscheint die Kiemensacköffnung bei A. acrocerca.

Die Wandung oder gewissermassen das Gerüste des Kiemensacks wird zum grössten Theile von einer dicken, ziemlich resistenten Membran gebildet, die sich mit ebenso scharfen Contouren gegen die Mantelhülle absetzt, als sie auch von den übrigen Körpertheilen verschieden ist. Sie bildet übrigens niemals, auch in der Länge der Kiemenhöhle nicht, einen vollständigen Verschluss, sondern lässt auf der Bauchseite eine mehr oder minder weite Spalte, die nur von einer dünnen, der Körperwand angehörigen Membran überspannt, und dann äusserlich noch vom Mantel überzogen wird. Welches Gewebe diesen Theil der Kiemenhöhlenwand zusammensetzt, ist schwer zu ermitteln, in den meisten Fällen, so namentlich deutlich bei A. furcata (Fig. 7, 8 *c*), ist es völlig homogen mit scharf begränzten Contouren. Fast ebenso durchsichtig und von demselben Lichtbrechungsvermögen wie die Mantelsubstanz, ist es bei A. acrocerca, und deshalb sind auch die Umrisse dieses Theiles hier nur schwer bestimmbar. A. cophocerca besitzt über dem Gerüste des Kiemensacks noch einen Beleg ringförmig verlaufender Muskelfasern, die da, wo ersteres auf der Rückseite eine Spalte lässt, nach vorne zu umbiegen und sich verlieren. Nicht minder deutlich sind sie bei demselben Thiere an der Mündung des Athemsacks; Contractionen dieser Theile wurden aber niemals von mir gesehen.

Weiter nach hinten und meist nahe an der Gränze des Kiemensackgerüstes wird man zweier grosser mit Wimpern besetzter Oeffnungen gewahr, die an der Bauchwand des Kiemensacks angebracht sind, indess sich der dorsale Theil in einen engern, zu den Eingeweiden verlaufenden Schlauch verlängert. Die beiden Oeffnungen sind die Athemspalten, von denen weiter unten näher berichtet werden soll, und in der dorsalen Verlängerung des Athemsacks erblicken wir den

Oesophagus, der ebenso wie bei allen Ascidienformen direct und ohne bestimmte Gränze aus dem hintern Theile des Kiemensacks hervorgeht. Bei A. cophocerca ist die Verengerung nur allmählich, und die dadurch gebildete Speiseröhre kurz (Fig 3, 4, 5 g), länger ist letztere bei A. coerulescens (Fig. 6 g), und auffallender vom Kiemensacke abgesetzt erscheint sie bei A. furcata und acrocerca (Fig. 7, 8 g), wo ihr Verlauf noch mehr oder minder von der Medianlinie ausbeugt. Die ganze Innenfläche der Speiseröhre ist mit einem reichen Cilienbesatze überzogen, der eine beständige, einem Rieseln vergleichbare Strömung gegen den Magen zu erzeugt und dort mit einem Male endet. Ausserdem treffen noch zwei stark flimmernde Linien (Fig. 4, 5 d) von der Seitenwandung des Kiemensacks nach hinten und nach der Rückseite convergirend, mitten in der Speiseröhre zusammen und verlieren sich in dem übrigen Wimperbesatze, der hier der flimmernden Bauchrinne anderer Tunicaten entspricht, indess auch die Wimperlinien der Analoga bei Salpen und Doliolum nicht entbehren. Der übrige Theil des Nahrungskanals wird aus einem sehr verschieden geformten Magen und einem kurzen Enddarme zusammengesetzt, zwischen welche noch zuweilen (bei A. furcata und coerulescens) ein anderes Darmstück sich einfügt. Betrachten wir diese Verhältnisse bei den einzelnen Arten, so finden wir sie am einfachsten bei A. cophocerca, wo der schwach nach hinten und oben gekrümmte Oesophagus (Fig. 4, 5 g) sich in einen geräumigen, meist auf der linken Seite des Thieres gelegenen Schlauch fortsetzt, der theils nach vorn, theils nach hinten in einen blindsackartigen Fortsatz sich verlängert (vergl. besonders Fig. 4, wo der Focus in den Hohlraum des Magens h eingestellt ist). Seitlich aus der linken Magenwand entspringt ein ovaler oder kugeliger Enddarm (Fig. 4, 5 k), der mit einer kurzen, flaschenhalsartig ausgezogenen Mündung etwas über der Insertionsstelle des Schwanzes nach aussen sich öffnet (k'); die Durchbohrung der Körperwand war an diesem Orte immer deutlich sichtbar, nicht so aber jene der betreffenden Mantelschichte, so dass es fast den Anschein hat, als ob die Ausmündung des Rectums in den zwischen Mantel und Kiemensack befindlichen Hohlraume geschehe. Bei der grossen Durchsichtigkeit all' dieser Theile hält es in der That schwer, hierüber zu einem sichern Aufschluss zu kommen, und nur nach oft wiederholter Prüfung wird auch die entsprechende Oeffnung im Mantel erkannt. Bei A. acrocerca bildet der Magen (Fig. 11 h) einen unregelmässigen, mit höckerigen Wandungen versehenen Sack, aus welchem gleichfalls linkerseits ein kurzer Enddarm (k) hervorgeht und hart über der Schwanzbasis nach aussen sich öffnet. Obgleich in der Bildung des Oesophagus ziemlich mit A. cophocerca übereinstimmend, zeigt A. coerulescens doch einige Abweichungen, indem hier der oval geformte Magen völlig auf der linken Seite sich findet (Fig. 6 h), nach unten gegen die

Zeugungsorgane einen Fortsatz schafft, und durch ein kurzes, enges Darmstück mit dem rechterseits und hinter dem Oesophagus liegenden Rectum (*k*) sich verbindet. Das verbindende Darmstück ist auf der von der Rückseite aufgefassten Fig. 6 nicht angegeben, da es dort theils von dem Herzen, theils von der Speiseröhre verdeckt wird, das Rectum mündet übrigens gleichfalls auf der Bauchseite des Thieres, dicht über der Schwanzbasis nach aussen. Am klarsten überschaubar sind die Verhältnisse des Nahrungskanals bei A. furcata, wo die lange Speiseröhre in einen runden, verhältnissmässig kleinen Magen übergeht (Fig. 7, 8, 9 *h*), den auch *Busch* gesehen zu haben scheint und als eine grosse Drüse beschreibt. Seitlich vom Magen und ziemlich scharf von ihm abgesetzt sieht man dann ein kurzes Verbindungsstück (Fig. 7, 9 *i*), welches in horizontaler Lage nach rückwärts verläuft, und an das ovale, mit den übrigen Arten an gleicher Stelle ausmündende Rectum inserirt. Irrig schildert *Busch* diesen Verlauf, wenn er den Darm «in sehr viele in einander geschlungene Windungen» übergehen und endlich in den Schwanz sich fortsetzen lässt, zu welch' letzterer Annahme er sicherlich durch die nahe am Schwanze befindliche Afteröffnung verleitet worden zu sein scheint. Ebenso irrig ist auch die Angabe, dass der Darm «einen blassen pulsirenden Schlauch», unter dem wohl das Herz verstanden ist, durchsetze, und auch diese Angabe hat in einem nicht sehr genauen Studium der Lagerungsverhältnisse der betreffenden Organe ihren Grund. — Wie schon erwähnt, hat die Wimperbekleidung des Tractes dicht an der Cardia ein Ende, und erscheint erst wieder in dem aus dem Magen hervorgehenden Darmstücke, so wie auch im Rectum, das bis dicht an seine Ausmündung mit Cilien besetzt ist. Der grösste Theil der Magenwandung wird von grossen, hellen, meist gelblich gefärbten Zellen gebildet, die zuweilen wie bei A. cophocerca und coerulescens (Fig. 4, Fig. 6 *h*) warzige Vorsprünge im Innern bilden, zuweilen aber auch nach aussen hervorragend dem Magen eine unebene «mamelonirte» Oberfläche verleihen. So ist es bei A. acrocerca (Fig. 11 *h*) und A. furcata (Fig. 7, 8 *h*). Bei der letztern Art geht diese Beschaffenheit auch noch auf den Anfangstheil des verbindenden Darmstücks über (Fig. 9 *i*). Diese nach aussen nur noch von einer dünnen Membran überkleidete Zellschichte dient wohl zur Absonderung eines die Verdauung befördernden Stoffes und mag die Leber ersetzen, die unseren Thieren als gesondertes Organ wenigstens abgeht. Nicht unwichtig ist auch der Umstand, dass in den Fällen, wo zwischen Rectum und Magen noch ein Darmstück sich einschaltet (A. coerulescens, furcata), der letztere ohne blindsackartige Fortsätze ist, während diese da auftreten, wo das Verbindungsstück mangelt, wie durch A. cophocerca und auch A. acrocerca dargethan wird. Sehr häufig trifft man den letzten Darmabschnitt

(das Rectum) mit einer dunklen Fäcalmasse angefüllt (Fig. 2, 4, 6, 7 *k*), die aber in keiner Weise mehr die ursprüngliche Nahrung unserer Thiere erkennen lässt.

Kehren wir nun wieder zum Kiemensacke zurück, so treffen wir dort vor Allem die beiden Athemspalten, die an der Bauchwand des Kiemensackes, den Eingang in den Oesophagus theilweise zwischen sich fassend, angebracht sind. Es hat keiner der Forscher, welche bis jetzt den Appendicularien ihre Aufmerksamkeit schenkten, diese Gebilde in ihrer wahren Bedeutung erkannt, obgleich sie schon *Mertens* bei Oikopleura Chamissonis gesehen, und *Busch* bei Eurycercus pellucidus sehr nahe daran war, die Bedeutung zu ermitteln, hätte er nur den Ascidientypus sich vor Augen gestellt. Bei *Huxley* und *Leuckart* findet sich dieser Athemspalten keine Erwähnung gethan.

Die Gestalt dieser Oeffnungen (Fig. 1 — 3, 5 — 10 *e*) ist kreisrund, die Ränder sind scharf eingeschnitten und mit langen, entweder gegen den Mittelpunkt der Oeffnung oder nach aussen, zuweilen auch nach innen gerichteten Cilien besetzt, die daselbst ein lebhaftes Räderphänomen produciren. Beide Athemspalten liegen stets in gleicher Höhe, und lassen einen Raum zwischen sich, der stets etwas mehr beträgt als der Durchmesser der Oeffnungen selbst. Die Fläche, auf der sie angebracht sind, ist eine gebogene, wesshalb immer eine unter einem gewissen Winkel stattfindende Neigung gegen einander bei ihnen vorkommt, der aber selbst bei der gleichen Art mannichfachen Schwankungen unterliegt. Ich brauche wohl nicht darauf aufmerksam zu machen, dass wir in beiden Athemöffnungen die Analoga der zahlreichen Athemspalten des gegitterten Kiemensacks der Ascidien sehen, aber das muss ich hervorheben, dass sich bei ihnen ausser ihrer Minderzahl noch andere wichtige Unterschiede gegen die Athemspalten der Ascidien herausstellen. Eine genauere Beobachtung ergibt nämlich, dass sie nicht einfache Löcher des Kiemensacks sind, wie jene der Ascidien, welche die Höhlung des letztern mit einem ihn umgebenden Hohlraum in Verbindung setzen, sondern dass sie sich noch je in eine kurze, gleich weite Röhre fortsetzen, die mehr oder minder gegen die Mittellinie des Bauches hin mit der andern convergirt. Eine solche Röhre entspringt unmittelbar vom Rande der Athemspalte, besitzt mit derselben einen gleichen Durchmesser, und weist eine äusserst dünne und glashelle Wandung nach, die eben dieser Eigenschaften halber lange der Beobachtung sich entzog. Am deutlichsten habe ich diese Verhältnisse bei A. cophocerca erkannt, und in Fig. 1 *f* suchte ich sie möglichst naturgetreu darzustellen. Man sieht dort bei *e* die beiden Athemspalten, die aus ihnen hervorgehenden Röhren (*f*), so wie endlich die Mündungen der letzteren, die beide an der Schwanzbasis einander gegenüber stehen. Auch bei A. acrocerca habe ich ähnliches

gesehen, aber die grosse Durchsichtigkeit der betreffenden Theile gestattet mir nicht, dies mit derselben Bestimmtheit auszusprechen, wogegen wieder A. furcata günstigere Objecte bot. Bei der letztern Art hat schon *Busch* eine solche Organisation vermuthet, indem er angibt, dass hier möglicherweise « irgend ein inneres Kanalsystem oder Höhlungen » vorhanden seien, « aber in der dann durchaus glashellen Substanz, wo die Contouren, wenn man sie bemerken soll, ziemlich scharf gezogen sein müssen, liess sich nichts dergleichen wahrnehmen.» Ich habe nun hier wirklich dies « Kanalsystem » in Gestalt zweier von den Athemspalten ausgehenden Röhren gesehen, und zwar verlaufen diese (Fig. 7, 8 *f*) anfangs parallel mit einander nach abwärts (wenn man sich nämlich das Thier, wie in den Abbildungen, mit nach oben gerichtetem Vordertheile vorstellt), biegen dann knieförmig nach innen um, gerade auf einander zulaufend, und entschwinden dann für immer dem Blicke, so dass über ihre Endigungsweise nichts weiter zu erforschen war. Wie ganz verschieden gestaltet sich also hier die Function der Athemspalten von jenen der Ascidien, bei denen das Wasser durch die Spalten des Kiemensacks tritt, um nach vollendeter Einwirkung auf das im Kiemengefässnetze strömende Blut, im Hohlraume zwischen Mantel und Kiemensack sich zu sammeln und durch die Cloaköffnung wieder zu entweichen, während bei unseren Appendicularien das Wasser durch eine röhrige Verlängerung der Athemspalten noch weiter in den Körper geführt wird, um dann entweder mit dem Blute sich direct zu vermischen oder bei weiterer Ausdehnung des Röhrensystems durch die dünnen Wandungen desselben mit der umgebenden Blutflüssigkeit in Contact zu treten. Was von beiden nun der Fall ist, muss vorläufig noch unentschieden bleiben, denn obgleich bei A. cophocerca das Ende der Athemröhren ziemlich deutlich zu sehen ist (Fig. 1 *f*), so bleibt es doch immer noch ungewiss, ob sich nicht von hier aus eine Verlängerung der Röhren mit einer Umbiegung fortsetze, wodurch dann das als Ende erscheinende Durchschnittsbild des Röhrenlumens bedingt sein könnte. Ich will nicht weiter auf andere hier in Betracht kommende Möglichkeiten eingehen, wo es sich nur um die Feststellung von Thatsachen handelt, für welche jedenfalls noch eine Reihe weiterer Untersuchungen nothwendig wird. Das aber glaube ich dargethan zu haben, dass zwischen dem Athemsystem der Ascidien und unserer Appendicularia eine ziemlich scharf ausgeprägte Verschiedenheit herrsche, welche in den von den Athemspalten der letzteren ausgehenden Röhren ihren morphologischen Ausdruck hat.

Leuckart, der in den Appendicularien nur Ascidienlarven erkennt, gibt zwar ebenfalls zu, dass ihr Kiemensack von dem der ausgewachsenen Ascidien sich unterscheide, « indessen findet man doch schon bei unserer Appendicularia die ersten Spuren der späteren Spaltöffnungen

in der Wand des Kiemensacks, und zwar in Form von einigen kleinen ovalen oder herzförmigen Längswülsten, die im obern Ende des Kiemensacks rechts und links neben der Mittellinie der Bauchfläche vorspringen.» Diesem gegenüber muss ich nun anführen, dass ich ausser dem schon erwähnten Athemspaltenpaare nichts auffand, was sich auf eine Bildung weiterer Spaltöffnungen beziehen liesse, dass vielmehr die von *Leuckart* angezogenen «ovalen oder herzförmigen Längswülste» keineswegs «als Wucherungen auf der Zellenwand des Athemsacks» sich herausstellen, sondern dass sie nur dem Athemsack aufliegen, ohne zu ihm in irgend einer genetischen Beziehung zu stehen. Das Vorkommen dieser fraglichen Körper ist constant bei A. cophocerca (Fig. 2—4 *g*) und coerulescens nicht weit vom Eingange des Athemsacks, sie erscheinen immer mit bestimmten scharfen Contouren, ragen wulstig gegen den Mantelüberzug, und zeigen keine Eigenschaft, die zu irgend einem Schlusse für ihre Bedeutung zu benutzen wäre. *Huxley* scheint sie gleichfalls gesehen und als Eierstöcke gedeutet zu haben. Bemerkenswerth ist, dass diese räthselhaften Körper sowohl bei A. furcata als bei acrocerca nicht beobachtet wurden. Es scheint mir gewiss, wenigstens glaube ich es für alle von mir beobachteten und untersuchten Formen behaupten zu dürfen, dass nichts am Kiemensacke sich findet, was mit der Entstehung späterer Athemspalten zusammenhinge, und nur ein Verhältniss existirt, welches vielleicht für das Vorkommen einer dritten Athemspalte ausgebeutet werden könnte. Untersucht man nämlich eine A. furcata von der Rückenfläche, so entdeckt man rechts vom Nervensystem eine kleine, schwach ∞ förmig gebogene Spaltöffnung, deren Ränder mit feinen Flimmerhaaren besetzt sind (Fig. 7 *p*), und die mir lange Zeit Zweifel liess, ob sie im Kiemensacke oder nur in der Mantelhülle ihren Sitz habe, bis ich mich endlich für die erstere Annahme entscheiden musste. Sie durchbohrt in der That das bei dieser Art sehr ausgeprägte Gerüste des Kiemensacks und setzt denselben mit dem ihn umgebenden Hohlraume in Verbindung. Ich fand diese Spalte beständig an der nämlichen Stelle, während der correspondirende Platz der andern Seite keine Spur einer ähnlichen Bildung auch nur in ihrer Anlage aufzuweisen hatte, so dass sie im Zusammenhalte mit ihrem Vorkommen bei nur Einer Art, so wie in Betracht ihrer von der ersten Form der Athemspalten der Ascidien ganz verschiedenen Beschaffenheit nicht wohl mit einer solchen kann verwechselt werden. Es mag diesem Gebilde wohl das Einlassen von Wasser in die Körperhöhle zukommen, von einer Gleichstellung mit einer Athemspalte des Ascidienkiemensacks kann bei dem Mangel von Blutgefässen im Kiemensacke keine Rede sein, sowie auch dadurch meinem oben gegebenen Ausspruche, dass der Kiemensack keine Anlagen für spätere Athemspalten aufweist, durchaus kein Eintrag geschieht.

Ein bei der ganzen Ordnung der Tunicaten bezüglich seines physiologischen Werthes noch sehr problematisches Gebilde ist das sogenannte Endostyl (Endostyle *Huxley*), welches auch bei unseren Thieren nicht mangelt, und bei A. furcata als ein längliches, von einer nicht ganz die Enden erreichenden Längsfurche durchzogenes Plättchen, der Bauchseite des Kiemensacks aufliegend erkannt wird (Fig. 8 *u*). Es nimmt dort genau die Mittellinie ein und stösst mit seinem etwas breitern Vordertheile nahe an die Eingangsöffnung des Kiemensacks. Bei A. cophocerca findet sich an derselben Stelle, nur etwas weiter nach unten und von der Kiemensacköffnung entfernt, ein etwas verschiedenes Gebilde von Lanzettform, das nach vorn zu in eine feine Spitze auszieht. Durch seine Lagerung gerade auf der der flimmernden Rinne entgegengesetzten Seite zeigt es seine vom Flimmerüberzuge unabhängige Existenz, die bei den Ascidien und Salpen mehrfach in Frage gestellt ward.

Das von *Huxley* entdeckte Nervensystem liegt in der Mittellinie der Rückenfläche nicht weit von der Mündung des Kiemensacks, und besteht aus einem länglichen oder wappenschildförmigen Ganglion von pellucider Beschaffenheit, ohne deutlich ausgesprochene histologische Elementarbestandtheile. Bei A. cophocerca (Fig. 2, 4 *l*) und coerulescens (Fig. 6 *l*) ist es länglich, in seiner Mitte zuweilen eingeschnürt und entsendet nach abwärts einen langen, anfänglich dicht dem Kiemensacke aufliegenden Nervenfaden (*n*), der nach und nach feiner wird und sich zuletzt in der Gegend der Zeugungsorgane verliert. *Huxley* vermochte diesen Faden noch weiter zu verfolgen, sah ihn «auf der linken Seite des Oesophagus und zwischen den Lappen des Magens» verlaufen, bis er den Schwanz erreicht und dessen Achse entlang einzelne Fädchen abgebend, sich fortsetzt. Von *Leuckart* wird wesentlich dasselbe angegeben. Nach oben geht vom Ganglion ebenfalls ein schon von meinen Vorgängern gesehener Nerv ab, der sich jedoch sehr bald in zwei Schenkel (Fig. 2, 4 *m*) spaltet und in den Wänden der Athemöffnung sich zu verlieren scheint. A. furcata und acrocerca sind zur Beobachtung dieser Verhältnisse viel ungünstigere Objecte, es konnte daher bei ihnen nur das Ganglion beobachtet werden (Fig. 7, 10 *l*) und bei der letztern Art noch zwei feine, von den oberen Ecken des Ganglions abgehende Nervenfädchen.

Von Sinnesorganen findet sich nur ein ebenfalls von *Huxley* entdecktes Gehörbläschen, welches der rechten Seite des Ganglions angelagert, oft sogar zum grössten Theile in solches eingebettet erscheint. Wie auch *Leuckart* bemerkt, kann über die Natur dieses runden, hellen, ein kugeliges Concrement einschliessenden Bläschens kein Zweifel sein, obgleich es bei den Tunicaten das einzige bis jetzt

bekannte Organ dieser Art ist [1]) und sich auch durch die Bewegungslosigkeit des Otolithen von den sonst gleich gebildeten Gehörwerkzeugen der Mollusken sich unterscheidet.

Von Organen des Kreislaufes war ich, wie *Huxley* und *Leuckart*, nur das Herz zu unterscheiden im Stande, welches durch seine energischen Actionen bei den meisten Arten sogleich dem Auge sich präsentirt. Bei A. cophocerca und coerulescens ist es der Länge nach zwischen Oesophagus und Magen gelagert (Fig. 6 *x*) und bei A. furcata, wo es auch schon *Busch* erkannt hat, liegt es ziemlich frei quer über dem Magen und vor dem Oesophagus und ist dessbalb auch von allen Organen am leichtesten zu beobachten (Fig. 7, 8, 9 *v*); A. acrocerca dagegen ist ein weniger günstiges Object, da das Herz sich hier eng an den Magen anschmiegt und theilweise vom Rectum bedeckt wird. Bei allen Arten, etwa mit Ausnahme der letzterwähnten, wo ich es überhaupt nur an seinen Pulsationen erkannte, ist die Gestalt des Herzens eine schlauchförmige und bildet einen kurzen, bei der Systole in der Mitte sich verengenden, bei der Diastole sich ausbauchenden, dünnwandigen Cylinder, der an beiden Enden an zwei soliden konischen Knöpfen befestigt ist (Fig. 8 *w*). Die Herzwandung ist anscheinend structurlos, und auch die beiden konischen Zapfen bieten keine weitere Structur dar. Die Contractionen des Herzens folgen sich äusserst rasch, sind am stärksten in der Mitte des Schlauches, wo sich dann die Wandungen bei der höchsten Systole fast zu berühren scheinen, und ergeben somit von den wellenförmig über den Herzschlauch hinschreitenden Contractionen bei Salpen und Doliolum eine auffallende Verschiedenheit. Die Schnelligkeit der Actionen erlaubt keine Erkennung der nothwendigerweise vorhandenen Oeffnungen des Herzens, und wenn beim Absterben der Thiere die Contractionen sich verlangsamern, so wird das Studium durch die eintretende Undurchsichtigkeit des Körpers in gleichem Maasse wieder gestört. Ein Pericardium, welches *Leuckart* anzunehmen scheint, habe ich nicht beobachtet, und auch vom Herzen ausgehende Gefässe kommen nirgends mit Bestimmtheit erkennbar vor; doch möchte ich hier wiederum auf den Achsenkanal des Ruderschwanzes aufmerksam machen und, wenn ich auch seine Verbindung mit dem Herzen nicht nachweisen kann, die Erforschung des mir wahrscheinlichen Zusammenhangs desselben mit dem Herzen späteren Beobachtern empfehlen. Bei der farblosen Be-

[1]) Ich fand übrigens auch bei Doliolum ein analog gebildetes Gehororgan, welches auf der linken Seite ziemlich weit von dem Nervencentrum nach vorn zu sitzt und mit dem letztern durch einen Nervenfaden verbunden wird. Bewegungen des Otolithen wurden auch hier nicht beobachtet. — Das Vorkommen eines Gehorblaschens dürfte somit mit der freien Lebensweise dieser einfachen Ascidienformen in enger Verbindung stehen

schaffenheit der Blutflüssigkeit und dem gänzlichen Mangel von geformten Bestandtheilen in derselben ist über den Kreislauf selbst nichts Näheres anzugeben, ja es scheint mir sogar schwer zu bestimmen, welche Organe vom Blute und welche von dem durch die Athemspalten eintretenden Wasser umspült werden, oder ob eine Mischung der Blutflüssigkeit mit dem Wasser bewirkt wird.

Am hintern Leibesende unserer Thiere, dicht an dem Nahrungskanale, sieht man beständig noch eine Anzahl verschieden geformter Organe liegen, welche, da sie häufig die übrigen Eingeweide an Volumen übertreffen, schon länger die Aufmerksamkeit der Forscher erregt und sehr differente Deutungen veranlasst hatten. So beschreibt *Mertens*, von dem übrigens das Thier in gänzlich verkehrter Weise aufgefasst ward, diese Theile als die Zeugungsorgane und lässt sie mit anderen, sicher nicht hicher zu rechnenden Organen in Verbindung stehen. *Huxley* erkennt in ihnen schon die Hoden, die bei jüngeren Individuen eine grünliche Farbe besitzen und aus einer Masse kleiner Zellen bestehen sollen, aus denen sich später Massen von Spermatozoen entwickeln, mit deren Bildung der Hoden zugleich eine tief orangerothe Färbung bekommt. *Leuckart* dagegen war nicht im Stande, in der «betreffenden Masse irgend welche bestimmt geformte Organe nachzuweisen». Sie erschien ihm «in allen Fällen als ein blosser Haufen körniger Zellen, die in der Mitte zu einem festern Kerne zusammengedrängt waren. Die Grösse dieses Zellenhaufens war bei den einzelnen Exemplaren äusserst variabel, es kamen selbst Fälle vor, in denen derselbe vollständig fehlte». Hieraus folgert nun *Leuckart*, dass diese Masse «nur die Bedeutung eines Blastems habe», gibt aber zu, dass sie allerdings sich später, selbst auch noch während des freien Lebens der Appendicularien, in die Geschlechtsorgane umbilden könne.

Sehen wir nun zu, wie sich die in Rede stehende «Masse» bei unseren vier Arten verhält, so ergeben sich folgende Resultate: A. cophocerca enthält in seinem hintern Körpertheile ein aus zwei halbkugeligen Lappen bestehendes Organ, welches sich dicht an den Magen lagert, ohne mit ihm in Verbindung zu stehen, und welches in den verschiedensten Grössen zu treffen ist. In seiner grössten Entwicklung erscheint es die übrigen vor und über ihm lagernden Eingeweide gewissermassen zu verdrängen, und dehnt dann auch den hintern Leibestheil so beträchtlich aus, dass dieser ein auffallendes Uebergewicht über die vorderen Körperpartheien erhält. Die Begränzungsflächen dieses Organes sind nach den Seiten zu kugelig, und nur in der Medianebene des Körpers, da wo sich beide Theile desselben berühren, sind sie abgeflacht, und schliessen anfänglich dicht an einander, während sie weiterhin eine breit klaffende Spalte zwischen sich

lassen, die bei der Betrachtung von der Rück- oder Bauchseite sichtbar wird [1]) (Fig. 2, 3 *s*). Die Wandung dieses Organes wird von einer dünnen Membran gebildet, die äusserst leicht einreisst und dann dem durchgehends aus gleichartigen Zellgebilden bestehenden Inhalt den Austritt gestattet. In der Mehrzahl der untersuchten Fälle waren diese Zellen von runder Gestalt, leicht granulirt und liessen einen undeutlichen Kern wahrnehmen, in anderen Fällen zogen sie sich in eine feine Spitze aus und der Kern war verschwunden, und endlich fanden sich Appendicularien vor, bei denen der Gesammtinhalt des zweilappigen Organes aus einer Masse feiner, fadenförmiger, an einem Ende mit einem rundlichen Köpfchen versehener, am andern Ende spitz auslaufender Gebilde bestand, die beim Austritte aus dem sie bergenden Organe äusserst lebhaft durch einander wimmelten, und somit in Berücksichtigung ihrer Entstehungsweise, die nach Zusammenstellung mehrerer Fälle aus einer Verlängerung, einem Auswachsen der ursprünglichen Zellen sich mit grosser Bestimmtheit ableiten lässt, so wie endlich in Anbetracht ihrer Form und ihrer Lebenserscheinungen, über ihre Natur keinen Zweifel mehr lassen. Es sind Spermatozoiden und das Organ, in dem sie sich bildeten, ist als Samendrüse, als Hoden anzusehen. Die Grösse dieser Samendrüse scheint mit der periodischen Entwicklung ihrer Producte in Verbindung zu stehen und nicht mit der Grösse des Thieres selbst. Ob auch Ausfuhrgänge vorhanden sind, kann ich nicht entscheiden, wenn solche aber vorkommen, so müssen sie gegen den Tract hin sich finden, wo die Erkennung der Verhältnisse schwieriger ist.

Eierstöcke wurden bei A. cophocerca niemals von mir gesehen, dagegen trafen sich gar nicht selten Exemplare, die an derselben Stelle, wo vorhin die Samendrüse beschrieben ward, ein von letzterer etwas verschieden gebildetes Organ aufweisen, dessen Bedeutung mir unbekannt blieb, so oft ich es auch untersuchte. Es ragt nämlich dort ein ovales, nach vorn zu aber unbestimmt abgegränztes Gebilde (Fig. 4 *s*) zwischen den übrigen Eingeweiden hervor, in dessen Innerm man deutlich einen hinten geschlossenen Kanal wahrnimmt, der sich nach vorn zu etwas verengert, und dann in seinen weiteren Beziehungen nicht mehr erkannt werden kann. Zwischen den Wänden dieses Kanals und der dünnhäutigen Membran, die das ganze Organ überzieht, lagert eine Masse kleiner Zellen, die von denen im Hoden durch nichts weiter verschieden sind, als dass sie zu keiner Zeit eine veränderte Form erkennen liessen. Sollten diese Zellen vielleicht zu

[1]) Ein ganz ähnlich sich verhaltendes Organ in derselben Körperpartie wird auch von *Mertens* bei Oikopleura beschrieben und für «Eierstöcke» erklärt

Eiern sich umformen, das ganze Organ einen Eierstock vorstellen und dadurch A. cophocerca getrennten Geschlechtes sein? Ich wage nicht mich weiter hierüber zu äussern. — Bei A. coerulescens ward das oben als Samendrüse erkannte Organ in ganz ähnlicher Lagerung erkannt, aber es bestand stets nur aus einer einfachen rundlichen Blase (Fig. 6 *s*), welche die oben geschilderten Zellen doch ohne ihre Umbildungsformen in Spermatozoiden enthielt.

Leichter überschaubar und kenntlich in Bezug auf äussere Form und innere Structur sind die Zeugungsorgane von A. furcata und acrocerca. Bei der erstern Art sehen wir entweder dicht hinter dem Verdauungsapparat und denselben noch an mehreren Stellen berührend, oder auch durch einen schmalen Zwischenraum von ihm getrennt, ein dreiarmiges Organ gelagert (Fig. 7, 8 *s*), welches mit seinem linken Arme an eine rundliche Blase (Fig. 7, 8 *r*) stösst, während der andere Arm nach rechts, und der dritte abwärts nach hinten gerichtet ist. *Busch*, der beide Theile gleichfalls gesehen, bezeichnet sie als «hammerförmiges Organ», indem er das dreiarmige Gebilde von dem blasenförmigen, das als «runder Knopf» beschrieben wird, entspringen lässt. In ersterem findet man nun zuweilen eine Anzahl dicht an einander liegender Kapseln, welche mit kleineren Zellen erfüllt sind (Fig. 7 *s*), während man an anderen Exemplaren die grösseren Kapseln vermisst und das ganze Organ dicht mit den sonst in Kapseln eingeschlossenen Zellen erfüllt findet. Wie bei A. cophocerca, so waren auch hier die Uebergänge der erwähnten Zellen in Spermatozoiden aufzufinden, und ich hatte mehrere Exemplare der Appendicularia zur Untersuchung, in denen das ganze dreiarmige Organ mit ihnen erfüllt war. In Fig. 12 finden sich einige derselben abgebildet. — Die dem rechten Arme angelagerte Blase (Fig. 7, 8 *r*) zeigt unter einer dünnen Hülle eine einfache Schichte kleiner, fein granulirter Zellen, durch welche der schon von *Busch* beschriebene Effect einer doppelten Contourirung hervorgebracht wird; in dem hiervon umschlossenen Raume findet sich dann eine bei durchfallendem Lichte dunkel, bei auffallendem weisslich erscheinende Substanz, die zuweilen nochmals von einer besondern Membran umgränzt, und so abgesehen von dem nicht beobachteten Kerne, einem Zellgebilde vergleichbar ist. Welche Beziehung dieses Organ zu dem ihm immer dicht anliegenden Hoden besitze, blieb mir ebenso verborgen, wie die Bedeutung eines andern Theiles, der mehrmals dicht hinter dem Hoden, in der Medianlinie des Körpers liegend getroffen ward. Es ist dies ein an Grösse und Form der vorerwähnten Blase gleichendes Gebilde (Fig. 7 *t*), das, eine krümelige Substanz enthaltend, nach hinten und seitlich einen dünnen stielförmigen Fortsatz ausschickt. Gegen den Ursprung dieses Fortsatzes hin häuft sich der Inhalt in dichteren Massen an und erscheint desshalb bei durchfallendem

Lichte auffallend dunkel. Ob der ähnlich dem Ausfuhrgang einer Drüse geformte stielförmige Fortsatz an seinem Ende durchbohrt ist, wodurch er dem Organe die Bedeutung einer Drüse wenigstens mit einiger Wahrscheinlichkeit zutheilen liesse, ist mir entgangen und ich weiss nur, dass ich selbst bei vorsichtig angewandtem Drucke niemals irgend einen Theil des Inhaltes austreten sah. — Dem Hoden und der demselben anliegenden Blase analoge Organe sind auch bei A. acrocerca vorhanden, wenn auch in anderen, durch die grosse Streckung der Leibesform bedingten Lagerungsverhältnissen. Gleich auf den in gleicher Höhe mit der Schwanzbasis liegenden Magen folgt ein grosses kugeliges Organ, dessen allseitig geschlossene Wandungen aus sehr hellen, polygonalen Zellen gebildet sind, die einen geräumigen Hohlraum umschliessen. Einige Male war dieser von einer einzigen grössern Zelle eingenommen, die eine helle, gegen das Centrum hin granulirte Substanz nebst einem scharf contourirten Kerne zum Inhalte hatte. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich diese einzelne Zelle für ein Ei, das ganze Organ aber für einen Eierstock halte, in welchem die peripherisch gelagerten Zellen die Eikeime vorstellen, welche nach ihrem Eintritte in den Hohlraum des Organes zum Eie sich umwandeln. Untern solchen Umständen wäre dann vielleicht auch das bei A. furcata angetroffene, dem Hoden anliegende Organ (Fig. 7, 8 *r*) als ein Ovarium aufzufassen. Hinter dem fraglichen Eierstocke liegt ein nahebei $\frac{1}{3}'''$ langer, bei auffallendem Lichte intensiv weiss gefärbter Schlauch (Fig. 10 *s*), der sich bis in das abgerundete Hinterende des Körpers hinabzieht, und dort mit zwei Fädchen die Mantelhülle durchsetzt. Die Gestalt dieses Schlauchs ist cylindrisch, zuweilen seitlich etwas bauchig erweitert, das obere Ende gerade abgestutzt und in seiner Mitte mit einer flachen Vertiefung versehen, in welche die hintere Fläche des Eierstocks eingepasst ist; nach hinten plattet sich der Cylinder von der Seite her ab, und läuft mit beiden Enden in die vorhin erwähnten Fädchen aus. Als Inhalt des Schlauches ergeben sich theils runde, kernhaltige Zellen, theils solche, die sich bereits in einen Fortsatz verlängert hatten, und endlich war er in einem Falle dicht mit Spermatozoiden erfüllt, so dass ich über seine Natur als Samendrüse nicht länger Bedenken hegen konnte. Was die beiden kurzen Fortsätze an seinem Ende zu bedeuten haben, ist mir unbekannt, nur so viel habe ich ermittelt, dass sie nicht hohl waren, und somit nicht wohl als Ausführgänge betrachtet werden können.

Habe ich nun auch das Vorhandensein eines männlichen Geschlechtsapparates oder vielmehr eines samenbereitenden Organes in unseren Thieren nachgewiesen, so konnte dies, wie aus obiger Darstellung hervorgeht, nicht mit derselben Bestimmtheit für ein «Ovarium» geschehen, und wenn auch mancherlei Umstände für das Vorkommen eines solchen

bei A. furcata und acrocerca zu sprechen scheinen, so erkenne ich doch ihre Unzulänglichkeit und das Bedürfniss einer neuen Untersuchung. Eine andere, der Auffassung der beschriebenen Organe sich entgegenstellende Schwierigkeit ist der Mangel von Ausführgängen, und wenn solche vorhanden und etwa nur der Beobachtung entgangen wären, so hält es schwer, bei einer fehlenden Cloakbildung sich den Austritt der Zeugungsproducte aus dem überall vom Mantel umschlossenen Körper zu erklären, und wir müssen auch hierüber noch weiteren Aufschlüssen entgegensehen.

Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass die Appendicularien zu den Tunicaten, und zwar zu den Ascidien zu rechnen seien, ob sie aber hier einen selbstständigen Typus repräsentiren, oder nur die Larvenform von Ascidien seien, scheint mir bis jetzt noch nicht mit Bestimmtheit entschieden. Die ersten Beobachter nehmen sie für ausgebildete Formen, haben aber dabei ihre Stellung, so wie die innere Organisation entweder ungewiss gelassen oder gänzlich verkannt. So stellt *Chamisso* [1]) die Appendicularien zu Cestum, wohl wegen ihrer eigenthümlichen Bewegungen und des Irisirens ihres Ruderschwanzes; *Eschscholtz* [2]) reiht sie den Heteropoden bei; *Mertens* [3]), der wohl die sonderbarste Beschreibung von diesen, von ihm Oikopleura genannten Thieren, gibt, hält «die Verwandtschaft dieses Thieres mit den Pteropoden für unverkennbar»; *Quoy* und *Gaimard* [4]) benannten eine von ihnen in verschiedenen Meeren gefundene Form Fritillaria und später Oikopleura furcata. Nach diesen Forschern sind es «vielleicht sehr kleine Salpen» und «gäbe es im Salzwasser Thiere, welche sich verwandeln, so könnten es Larven sein».

Entschiedener sprechen sich Neuere aus: *Joh. Müller* [5]) hält die von ihm in der Nordsee entdeckte Vexillaria flabellum für die Larve einer Ascidia, und auch *Krohn* [6]) schliesst sich dieser Anschauung an, während *Busch* [7]) in seinem Eurycercus pellucidus (App. furcata mihi) eine Aehnlichkeit mit Ascidienlarven nicht zu verkennen vermag. Endlich erklärt sich *Huxley* [8]), gestützt auf das Vorhandensein von Zeugungsorganen, für die Selbstständigkeit dieser Form, und neuerlich wird von *Leuckart* wiederum die Larvennatur mit zahlreichen Gründen ver-

[1]) Nov. act. Acad. Leopold. Carol. Tom. X, pag. 362.

[2]) Isis von *Oken* 1825, pag. 736.

[3]) Loc. cit.

[4]) Loc. cit.

[5]) Loc. cit. und Archiv f. Anat. u. Phys. 1847, pag. 158.

[6]) Archiv f. Naturgesch. 1852, pag. 6, Anmerk.

[7]) Loc. cit.

[8]) Loc. cit.

fochten. Der bezüglich seiner Insertionsstelle, so wie theilweise auch in seinem Baue mit dem gleichen Gebilde der Ascidienlarven übereinstimmende Ruderschwanz, die Form des Leibes und die Configuration des Darmkanals sind allerdings Umstände, welche eine Zusammenstellung der Appendicularien mit den Larven von Ascidien begünstigen, und selbst das Vorkommen von Geschlechtsorganen vermag noch nicht allein hinreichen, die Selbstständigkeit unserer Thierform zu beweisen, wenn man, wie *Leuckart* annimmt, das von *Meyer* bei Insectenlarven beobachtete Vorkommen ausgebildeter Geschlechtsproducte bedenkt; ebenso könnte man auch das von *Huxley, Leuckart* und mir beobachtete Gehörorgan gleichfalls als ein provisorisches Larvenorgan nehmen, welches später mit dem Festsetzen des Thieres in derselben Weise vergeht, wie dies auch von den Sinnesorganen zahlreicher anderer Thierformen beim Uebergange vom freien in den festsitzenden Zustand bekannt ist; auch die bei den Appendicularien so auffallende Lagerung des Nervensystems, an einer der Mündung des Enddarms gerade gegenüber liegenden Körperfläche, scheint nicht stichhaltig gegen den Einwand *Leuckart's*, dass sich mit der allmählichen Entwickelung auch eine Veränderung der Lage des Rectums heranbilde, dass dieses auf die gegenüberstehende Seite des Thieres rücke, und so das Nervensystem in dieselbe Lagerung zwischen Athem- und Afteröffnung trete, wie wir es von erwachsenen Ascidien kennen. *Krohn* [1]), auf dessen Beobachtungen *Leuckart* seine Annahme stützt, führt aber nicht an, dass das Rectum bei den Ascidienlarven anfänglich der mit dem Nervensystem versehenen Körperfläche gegenüber stehe, sondern erwähnt nur, dass es eine mehr seitliche Lage einnehme und gegen den linken Auswurfsipho gerichtet sei. Mit der allmählich vor sich gehenden Vereinigung beider, der Phallusivlarve zukommenden Auswurfsiphonen rückt dann auch das Rectum in die Mitte der Rückenfläche und nimmt so eine Stellung ein, von der es eigentlich vorher nur eine kurze Strecke entfernt war, während es doch bei App. gerade auf der entgegengesetzten Körperfläche sich öffnet. Durch den Mangel der zwei Auswurfsiphonen fehlt bei App. das die Drehung des Rectums bedingende Moment. es dürfte damit die Annahme einer solchen Lagenveränderung, die auch quantitativ von jener der Phallusienlarven sehr verschieden sein müsste, mehr als problematisch sein. Nach den Untersuchungen von *Milne-Edwards* [2]) scheint diesen Organen in den Larven von Amaroucium schon ihre definitive Lagerung zugetheilt.

Ist man nun auch geneigt, das Abwerfen des im Verhältnisse zu den bekannten Ascidienlarven höher ausgebildeten Ruderschwanzes, das

[1]) Archiv f. Anat. u. Phys. 1852.

[2]) Observations sur les ascidies composées de Côtes de la Manche. 1841.

Schwinden des Gehörbläschens, so wie endlich eine Drehung des Darmkanals, welcher zufolge das Rectum an der vom Nervensystem besetzten Fläche ausmünden würde, anzunehmen, so sind noch andere Umstände vorhanden, die einer Umwandlung in eine der bekannten festsitzenden Formen sich entgegenstellen. Vergleichen wir einmal den Athemsack der Appendicularien mit jenem der Ascidienlarven, so finden wir ihn durch die Bildung seiner grossen, runden Athemspalten, namentlich durch die Fortsetzung derselben in abwärts steigende Röhren, so mächtig verschieden von dem sehr frühzeitig mit den Anlagen der quer- oder längsgerichteten Athemspalten versehenen Athemsacke der Ascidien, dass sich für eine Umwandlung in letztern nicht der geringste Anhaltspunkt auffinden lässt. Eben solche Verschiedenheiten ergeben sich bei den Circulationsorganen. Wie *Krohn* [1]) (bei Phallusia) zeigte, findet in den Ascidienlarven eine sehr frühzeitige Gefässbildung statt; unsere Appendicularia zeigt weder im Mantel, noch in den Wandungen des Athemsacks eine Spur davon, und das einzige mit einem Gefässe vergleichbare Gebilde ist der Achsenkanal des Ruderschwanzes. Das Herz der Ascidien besteht aus einem langgestreckten, an beiden Enden offenen und in Gefässe sich fortsetzenden Schlauche; bei Appendicularia ist es gerade an beiden Enden mit Bestimmtheit geschlossen, und daselbst an zwei kegelförmige Zapfen geheftet, die meines Wissens bei den Ascidien nicht ihres Gleichen besitzen [2]).

Aus dem zunächst hier und dem schon weiter oben Angeführten geht wohl klar hervor, dass ungeachtet aller äussern Aehnlichkeit mit Ascidienlarven, die als Appendicularien geschilderten Formen zahlreiche Abweichungen in der innern Organisation aufzuweisen haben. Es ist nur der Typus, der ihnen mit den Ascidien gemein ist, die Ausführung des Einzelnen ist in Ascidien und Appendicularien verschieden. Fragen wir nach der Bedeutung der Appendicularien, so bleiben uns zwei Wege der Beantwortung: der eine führt zur Annahme, dass die Appendicularien noch eine totale, sich auf äussere Körperform sowohl, wie auf sämmtliche inneren Organe erstreckende Metamorphose erstehen müssen, durch welche sie in die ausgebildete Form der festsitzenden Ascidia übergeführt werden; der andere leitet zur Annahme der Appendicularien als ausgebildete Formen. Der Natur wird am wenigsten Zwang angethan, wenn man dem letztern folgt, und die Appendicularien als die niedrigst stehende, gleichsam den

[1]) Archiv f. Anat. u. Phys. 1852.

[2]) Auch die Form der Athemöffnung könnte man als einen nicht unwichtigen Unterschied aufführen. Bei den Ascidien ist sie bekanntlich rund, mit im Kreise stehenden Läppchen, oder Vorsprüngen versehen, während sie bei den Append. ähnlich wie bei den Salpen stets eine Querspalte bildet.

Larvenzustand der Ascidien repräsentirende Form in dieser Gruppe der Mantelthiere betrachtet, und wenn auch zur vollkommenen Lösung aller hierüber noch bestehenden Fragen immerhin eine erneute Beobachtung Noth thut, so werden wir doch die in den vorstehenden Zeilen versuchte weitere Begründung von *Huxley's* Ausspruche nicht verkennen dürfen, und diesem Forscher zustimmen, wenn er sagt: as in all great natural groups some forms are founed which typify, in their adult condition, the larval state of the higher forms of the group, so does Appendicularia typify, in its adult form, the larval state of the Ascidians.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Appendicularia cophocerca n. sp. von der Bauchseite, mit nach oben geschlagenem Schwanze.
Fig. 2. Ein anderes Individuum derselben Art von hinten, ohne Schwanz.
Fig. 3. Ein anderes Individuum von der Bauchseite, ohne Schwanz.
Fig. 4. Seitenansicht der A. cophocerca.
Fig. 5. Dieselbe Lage, aber auf senkrechtem Durchschnitte gesehen.
Fig. 6. A. coerulescens vom Rücken, der Schwanz ist nur theilweise angegeben.
Fig. 7. A. furcata vom Rücken, mit nach unten gewendetem Schwanze.
Fig. 8. Dieselbe Art von der Bauchseite, ohne Schwanz.
Fig. 9. Seitenansicht des Nahrungskanals derselben Art.
Fig. 10. A. acrocerca von der Seite, mit dem Anfangstheile des Schwanzes.
Fig. 11. Schwanz von A. acrocerca.
Fig. 12. Spermatozoiden von A. furcata.

Bezeichnung der Figuren.

A Körper; *B* Schwanz; *C* Mantel. *a* Oeffnung in den Kiemensack, *b* Kiemensack; *c* Gerüste desselben; *d* Wimperlinien des Kiemensacks; *e* Athemspalten; *f* röhrenartige Verlängerung der Athemporen, *g* Oesophagus als Fortsatz des Kiemensacks; *h* Magen; *i* Darm; *k* Endstück des Darms; *k'* Afteröffnung; *l* Ganglion; *m* Nerven um die Oeffnung des Kiemensacks; *n* absteigender Nerv; o Gehörorgan; *p* Oeffnung seitlich im Kiemensack; *q* Wülste in der Wandung des Kiemensacks; *r* Ovarium (?); *s* Hoden, *t* blasenförmiges Organ unbestimmter Natur; *u* Endostyl? *v* Herzschlauch, *w* knopfförmige Gebilde, an welche der Herzschlauch angeheftet ist, *x* Achse des Schwanzes; *y* Muskelbeleg desselben; *c* Ausbreitung der Mantelsubstanz; α papillenartige Gebilde des Mantelüberzugs am Schwanze; β ein ähnliches Gebilde unbekannter Bedeutung an der Schwanzbasis.

Würzburg, Ende October 1854.
